

三尖杉属植物叶片结构的比较观察

胡 玉 熹

(中国科学院植物研究所, 北京)

摘要 本文作者在光学显微镜与扫描电子显微镜下, 比较观察了三尖杉属植物叶片构造与叶表面角质层的特征。

观察结果表明, 篦子三尖杉的气孔为双环型, 少数为单环型; 单位面积上的气孔平均数较多(120.6 个/ mm^2); 具皮下层; 叶肉中含有大量丝状石细胞和少量星状石细胞及短石细胞; 叶下表面角质突起不明显。而三尖杉属的其余种类, 气孔均为双环型, 气孔平均数较少(47.3 — 88.1 个/ mm^2); 除日本粗榧与柱冠日本粗榧外, 均无皮下层; 叶肉中具星状石细胞、短石细胞、纤维状石细胞或完全缺如; 叶下表面具明显的角质突起。依据上述特征以及大体形态和生物碱成分等有关资料, 我们建议在三尖杉属中可分为: 三尖杉组 (Sect. *Cephalotaxus*) 和篦子三尖杉组 (Sect. *Pectinatae*)。

此外, 本文还对三尖杉组中的分系与某些种的划分, 以及三尖杉科的系统位置进行了讨论。

关键词 三尖杉属; 叶子解剖; 石细胞; 角质突起; 系统发育

三尖杉科 (*Cephalotaxaceae*) 仅有三尖杉属 (*Cephalotaxus* Sieb. & Zucc. ex Endl.) 一属。该属自 Endlicher (1842) 记入《植物属志补篇》^[1]以来, 已对其叶子结构与角质层特征积累了不少资料, 其中有 Florin 对本属 6 个现存种及某些化石种的叶表皮结构作过描述^[13, 14]; Napp-Zinn 综述了三尖杉属叶子的结构特征^[23]; Griffith 研究了日本粗榧叶子输组织的构造与发生^[16]。此外, Kausik 和 Bhattacharya 在论述松杉目和红豆杉目叶形与叶片结构^[20]以及本文作者等最近在裸子植物叶子输组织^[19], 松柏类植物叶子的比较解剖^[6]等文章中, 都提及三尖杉属叶子的一般结构与输组织特征。

关于三尖杉科系统位置的讨论, 除主要依据大体形态外, 还有从生活史及营养苗端的季节变化^[29, 30]; 木材解剖^[15]; 花粉形态^[12]; 以及化学成分^[3]等方面资料。不过迄今为止, 仍存在有分歧意见。

近年来, 由于从三尖杉属植物里发现了某些生物碱, 可作为新型抗癌药物后^[3], 更引起了人们对该属植物研究的兴趣。

本文作者在光学显微镜与扫描电子显微镜下, 对三尖杉属各种植物叶片结构及叶表面角质层特征, 作了全面比较观察。试图为该属现存种的分类、化石种的鉴定, 以及三尖杉科系统位置的研究, 提供更多的证据。

材 料 与 方 法

本文供试材料为 9 种、2 变种和 1 栽培变种, 这些种类除一部分新鲜材料采自我国各

表 1 供试种类及采集地点

Table 1 Species studied and their localities

种名 Species	采集地点 Locality
三尖杉 <i>Cephalotaxus fortunei</i> Hook. f.	中国福建, 广西. China: Fujian, Guangxi
高山三尖杉 <i>C. fortunei</i> var. <i>alpina</i> Li	中国四川, 云南, 甘肃. China: Sichuan, Yunnan, Gansu
印度三尖杉 <i>C. griffithii</i> Hook. f.	印度, 缅甸, 老挝, 越南, 泰国. India, Burma, Laos, Vietnam, Thailand
海南粗榧 <i>C. hainanensis</i> Li	中国广东, 广西, 云南, 西藏; 越南. China: Guangdong, Guangxi, Yunnan, Xizang, Vietnam
日本粗榧 <i>C. harringtonia</i> (Forbes) Koch	日本. Japan
柱冠日本粗榧 <i>C. harringtonia</i> cv. <i>Fastigiata</i>	中国江西. China: Jiangxi
贡山三尖杉 <i>C. lanceolata</i> K. M. Feng	中国云南. China: Yunnan
西双版纳粗榧 <i>C. mannii</i> Hook. f.	中国云南; 印度. China: Yunnan, India
篦子三尖杉 <i>C. oliveri</i> Mast.	中国四川, 广东. China: Sichuan, Guangdong
粗榧 <i>C. sinensis</i> (Rehd. et Wils.) Li	中国安徽, 江西. China: Anhui, Jiangxi
宽叶粗榧 <i>C. sinensis</i> var. <i>latifolia</i> Cheng et L. K. Fu	中国四川, 湖北, 贵州, 福建, 广东, 广西. China: Sichuan, Hubei, Guizhou, Fujian, Guangdong, Guangxi
台湾三尖杉 <i>C. wilsoniana</i> Hayata	中国台湾. China: Taiwan

地外, 其余均由我所标本室提供 (表 1)。新鲜材料及经水煮后的蜡叶标本材料, 都浸入 FAA 固定液中保存备用。

每种分别从不同产地的材料中, 选取 3—5 片成熟叶子, 应用叶片整体透明法制成永久制片^[28], 以观测叶片中石细胞的形状、数量与分布, 以及输导组织等结构特征。由一般石蜡制片法, 制成成熟叶片中部的横切面与纵切面, 切片厚度 10—12 微米, 番红-固绿或番红-苏木精染色。用 10% 铬酸与 10% 硝酸混合液离析叶片表皮角质层, 并制成永久制片。

在扫描电子显微镜下, 观察叶片表面角质层的样品制备: 取每种成熟叶片中部约 5 平方毫米 (气孔带包括在内), 经各级酒精脱水干燥后, 分别粘贴在样品台架上, 真空喷镀金膜, 再移入扫描电镜样品室内, 样品台架倾斜 30 度角, 于加速电压 20 千伏下观察及照相。

观 察 结 果

(一) 光学显微镜下的叶片结构

1. 表皮层 叶片上表皮细胞壁较薄, 表面覆盖一层厚 3.6 微米 (西双版纳粗榧) 至 12.5 微米 (台湾三尖杉) 的角质层, 表面平滑, 无乳头状突起。细胞表面观呈方形或长方形, 侧壁平直 (图版 1: 4)。在每平方毫米范围内, 表皮细胞平均有 158.9 个 (宽叶粗榧) 至 570.6 个 (贡山三尖杉), 一般为 300 多个。

叶片下表面的中脉两侧,各有一条宽的气孔带,每带具 14—16 列气孔。下表皮细胞壁较厚,细胞表面观为窄长方形,细胞长轴与叶脉平行,侧壁平直,具横或斜向端壁。

气孔的保卫细胞稍陷于表皮细胞之下,副卫细胞 4—6 个。通常在副卫细胞外面,还有一圈环绕细胞,为完全或不完全的双环型气孔^[4](图版 1:2, 3)。但篦子三尖杉的气孔类型除多数为双环型以外,还有少数单环型气孔存在(图版 1:5)。在下表皮细胞、副卫细胞与环绕细胞的外平周壁上,具不同发育程度的角质乳头状突起(图版 1:1—3)。

2. 叶肉和石细胞 叶肉分化明显,栅栏组织细胞单层,其厚度约占叶片厚的 1/3—1/5。海绵组织细胞形状不规则,胞间隙较大(图版 1:1)。紧接栅栏组织的下面,或叶脉的左右两侧,常有一些横向伸长的薄壁组织细胞, Kausik 和 Bhattacharya 认为,此等细胞类似于罗汉松属 (*Podocarpus*) 植物叶片的副转输组织^[20]。从叶片纵切面看,叶肉细胞可多达 10—12 层。

本属绝大多数种类富含各类石细胞,如三尖杉、印度三尖杉、海南粗榧、西双版纳粗榧、粗榧及台湾三尖杉,均分布有数量不等的星状石细胞(图 1:1; 图版 2:1),细胞平均长 289.1 ± 11.25 微米(台湾三尖杉)至 426.6 ± 17.52 微米(西双版纳粗榧),细胞长轴与叶脉垂直。值得提出的是,印度三尖杉与西双版纳粗榧的部分材料中,石细胞缺如。贡山三尖杉仅叶片基部具少数短石细胞,其中有的具小突起,细胞平均长为 109.5 ± 6.67 微米(图 1:5)。在篦子三尖杉中具大量丝状石细胞(有的具分枝),它们常相互交织,细胞长轴多与叶脉垂直,细胞长平均为 1116.9 ± 42.89 微米,最长可达 1.6 毫米,约占整个叶片宽度的一半(图 1:3; 图版 2:3; 图版 3:2)。另外在叶缘及叶的两端,还分布有少数星状石细胞及短石细胞。紧接上表皮层之下,有一层稀疏分布的厚壁皮下层细胞(图版 1:7)。从透明叶片看,此等细胞仍为星状石细胞,不过细胞分枝较少,细胞长 256—694 微米(图 1:4; 图版 3:1)。在日本粗榧与柱冠日本粗榧的叶片中,紧接上、下表皮层细胞之下,均有一层间断排列的厚壁皮下层细胞(图版 1:6),它们大部分为纤维状石细胞,少数为短石细胞,前者细胞两端钝尖或有小的分叉,壁上具斜裂隙状纹孔(图 1:2),细胞长轴与叶脉成平行排列(图版 2:2)。日本粗榧的纤维状石细胞平均长 907.9 ± 54.12 微米。在叶肉中尚有少量的纤维状石细胞、星状石细胞和短石细胞。但是 Rao 和 Malariya 在研究 *C. drupacea* Sieb. et Zucc.(=*C. harringtonia* var. *drupacea* (Sieb. et Zucc.) Koidzumi) 的叶片中,尚未发现有石细胞^[25]。值得注意的是,分布于我国四川、云南、甘肃等地的高山三尖杉(三尖杉的变种),以及产于四川、湖北、贵州、广东、广西和福建等省区的宽叶粗榧(粗榧的变种),其叶肉中均不含有石细胞。

3. 维管束及转输组织 单叶脉位于叶片中间,横切面上近椭圆形,维管束由具螺旋加厚的管胞,筛胞及薄壁组织细胞组成;筛胞侧壁上具近圆形的筛域,直径为 2.5—3.5 微米。维管束鞘单层,较不明显。在维管束与鞘之间,为裸子植物特有的转输组织。叶片中部横切面上,转输管胞位于维管束左右两侧,呈翼状分布(图版 1:1);管胞壁为具缘纹孔及螺旋或网状增厚。根据转输管胞的分布图式,以及管胞壁增厚的特征,本属的转输组织应隶属红豆杉型(*Taxus* type)^[19]。据 Griffith 报道,日本粗榧叶片的转输组织,因部位不同,分布的图式变化较大,如在叶顶端横切面上,转输管胞成弧形排列,与维管束近轴面的木质部紧密相连;叶中部横切面上,转输管胞位于两侧成翼形分布;而在叶基部,木质部两侧只

有少量输导管胞^[16]。

树脂道 1 个,内生于维管束的远轴面,直径 40—70 微米(根据叶中部横切面上测量),组成树脂道的鞘细胞,一般为 2—3 层(图版 1:1)。

(二) 扫描电镜下叶表面角质层的特征

三尖杉属植物叶片上表面角质层平滑,无角质突起;下表面的角质突起极为明显(篦子三尖杉除外),通常在下表面的表皮细胞、副卫细胞及环绕细胞的外平周壁上,各具 1 个角质突起,突起的形状可随上述细胞表面形状轮廓的不同而异。在气孔带中,每个气孔由两个角质突起围成长椭圆形或近长方形的环形圈,在环形圈之间又由极向副卫细胞上的角质突起与其相接,从而使每一纵列气孔,形成一条长链状的雕纹(图版 3:3—5)。

角质突起表面平滑,或具表面蜡质覆盖。在略下陷的气孔开口处,常被表面蜡质堵塞;其中也留有少数裂缝状小孔,此处可能为气体交换的通道(图版 3:3,5)。在日本粗榧中,气孔开口处的表面蜡质堵塞较少(图版 3:4)。

值得注意的是,篦子三尖杉的角质突起较不明显,在气孔带区的角质突起轮廓也与上述不同,仅具单个散生的圆丘状或近长方形角质隆起(图版 3:6)。

讨 论

通过对三尖杉属 9 种、2 变种及 1 栽培变种叶片结构的比较观察,明显看出在其叶肉中石细胞的存在与否,石细胞的形状、数量及分布图式等,是最引人注目的特征之一,并且与许多被子植物和裸子植物^[26,27]一样,石细胞为一种比较稳定的特征,在本属的分类与鉴定上,可以作为重要的依据。

在光学显微镜下,三尖杉属的大多数种类叶下表面,均隐约见有角质突起(图版 1:2, 3)。在 Florin 的研究报道中,认为在三尖杉属中,除三尖杉以外,其它多数种类的乳头状突起均不明显^[14]。但我们根据扫描电镜的观察表明,本属除篦子三尖杉以外,其余各种皆有明显的角质突起。由此可见,上述报道与我们在扫描电镜下所见到的事实有较大出入。有人认为叶片上角质突起的有无或发育程度不同,可能与气候条件或地理分布有关^[9];然而也有一些实例表明,角质突起仍可作为分类鉴定的辅助特征之一^[7,22]。

在三尖杉属植物叶下表面气孔开口处,常有大量表面蜡质堵塞,此种现象在其它松杉类植物中也有报道^[17,31]。蜡塞的存在,虽然对气孔行使正常的气体交换有一定的影响,但是在适应干旱等不良环境方面,可能具有特殊的意义。

根据本文观察结果表明,在本属中以篦子三尖杉的叶片结构与角质层特征最为独特,同时联系到该种的大体形态特征^[4],及生物碱的结构类型与组分^[3]等方面资料,也与本属其它各种相差较大。为此我们建议,三尖杉属拟分为两个组,即三尖杉组(Sect. *Cephalotaxus*)和篦子三尖杉组(Sect. *Pectinatae*),现将它们的主要特征比较如下(表 2)。

在三尖杉组中,日本粗榧及其栽培变种柱冠日本粗榧的叶片结构较为特殊,因此,我们不能同意胡秀英根据外部形态特征,将海南粗榧与印度三尖杉都并入日本粗榧的主张^[18]。

西双版纳粗榧与印度三尖杉分布于我国云南西双版纳地区,及与中国毗邻的越南、缅甸、印度、老挝和泰国等东南亚国家。从外部形态看,除印度三尖杉叶下表面具白色,西双

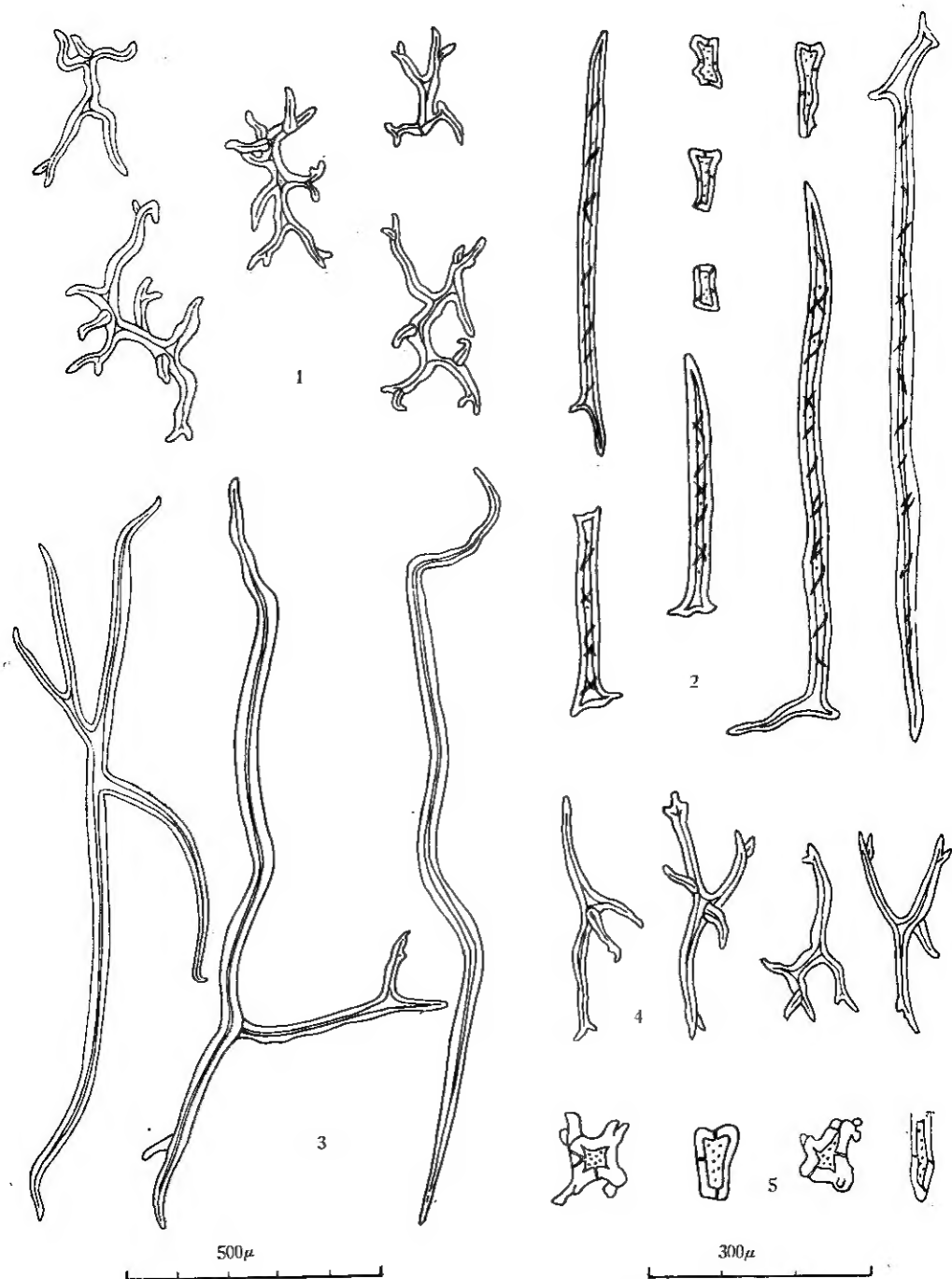


图1 1—5.三尖杉属叶片石细胞的类型 1. 三尖杉叶肉中的星状石细胞；2. 日本粗榧叶片皮下层及叶肉中的纤维状石细胞与短石细胞；3. 篦子三尖杉叶肉中的丝状石细胞；4. 篦子三尖杉叶片皮下层的星状石细胞；5. 贡山三尖杉叶片基部叶肉中的短石细胞(图1—4为同一放大倍数)。

Fig. 1—5. Types of sclereid in the leaf lamina of *Cephalotaxus*. 1. Astrosclereids in the mesophyll of *C. fortunei*; 2. Fibriform sclereids and brachysclereids in the hypodermis and mesophyll of *C. harringtonia*; 3. Filiform sclereids in the mesophyll of *C. oliveri*; 4. Astrosclereids in the hypodermis of *C. oliveri*; 5. Brachysclereids in the mesophyll of leaf base of *C. lanceolata*.
(Fig. 1—4. at same magnification)

表 2 Table 2

三 尖 杉 组	篦子三尖杉组
1. 叶基部楔形或圆形, 叶脉明显, 叶排列疏松。 2. 均为双环型气孔。 3. 气孔在单位面积上的平均数为 47.3 个/ mm^2 (宽叶粗榧) — 88.1 个/ mm^2 (日本粗榧)。 4. 除日本粗榧及柱冠日本粗榧外, 皮下层均缺如。 5. 叶肉中具星状石细胞, 短石细胞, 纤维状石细胞或缺如。 6. 叶下表面具明显的角层突起。 7. 具 7—18 种生物碱 (根据三尖杉、海南粗榧、日本粗榧、粗榧与台湾三尖杉的分析结果)。	1. 叶基部截形或微呈心形, 叶脉不明显, 叶排列紧密, 形如篦状。 2. 气孔为双环型与单环型。 3. 气孔平均数为 120.6 个/ $[\text{mm}]^2$ 。 4. 具皮下层。 5. 叶肉中具大量丝状石细胞及少量星状石细胞与短石细胞。 6. 叶下表面角质突起不明显。 7. 仅具 4 种生物碱。

版纳粗榧为绿色以外, 两者几无差别^[10]。从叶片结构看, 上述两种都具星状石细胞。必须指出, 在某些地区采集的标本中, 它们则不含有石细胞。此种现象在本属其它种类中从未见到。为此, 我们建议: 西双版纳粗榧与印度三尖杉并为一个种似比较合适。

在三尖杉组中, 依据叶片中石细胞存在与否、石细胞类型及分布图式等特征, 可初步分为 4 个系: 1, 星状石细胞系, 包括三尖杉、印度三尖杉、海南粗榧、西双版纳粗榧、粗榧和台湾三尖杉; 2, 短石细胞系, 如贡山三尖杉; 3, 纤维状石细胞系, 包括日本粗榧及柱冠日本粗榧; 4, 无石细胞系, 包括高山三尖杉及宽叶粗榧。

关于三尖杉科的系统位置, 除了从外部形态、花粉形态、胚胎发育及化学成分等方面进行过讨论外^[1,3,21]。在木材解剖方面, 有不少作者主张三尖杉科应包括三尖杉属和穗花杉属 (*Amentotaxus*)。因为三尖杉属不仅与红豆杉科 (*Taxaceae*) 各属 (澳洲红豆杉属 *Austrotaxus* 除外) 较相近, 如轴向管胞都具螺纹加厚, 正常树脂道和射线管胞缺如, 交叉场纹孔柏木型为主, 及具丰富的木薄壁组织细胞等。而且生长轮不明显, 轴向管胞螺纹加厚多在纹孔口上下成对排列等特征, 与穗花杉属更为接近^[2,8,24]。Greguss 还根据木薄壁组织较发达, 以及这类细胞端壁具节状加厚等特征, 将上述两个属以及榧树属 (*Torreya*) 同包括在三尖杉科中^[45]。在叶片结构方面, 三尖杉属的绝大多数种类及红豆杉科中的穗花杉属, 榧树属的皱乳榧树组 (*Sect. Ruminatae*), 叶肉中均含有石细胞; 在叶脉的远轴面, 有一个内生树脂道^[6]。三尖杉科与红豆杉科叶子的输导组织, 同属红豆杉型^[19]。三尖杉科的气孔结构、分布与排列, 都接近于红豆杉科与罗汉松科 (*Podocarpaceae*)^[44]。此外, 三尖杉科与红豆杉科的穗花杉属, 它们的树皮中都含有石细胞^[9]。综上所述, 三尖杉科不仅与大多数松杉类植物较近似, 而且与红豆杉科及罗汉松科的亲缘关系更为密切。

参 考 文 献

- [1] 王伏雄、陈祖镗、胡玉熹, 1979: 从胚胎发育和解剖结构讨论红豆杉科的系统位置, 植物分类学报, 17(3): 1—7。
- [2] 成俊卿, 1958: 中国裸子植物材的解剖性质和用途, 中国林业出版社。
- [3] 朱太平, 1979: 三尖杉属植物的生物碱研究及其化学分类问题, 植物分类学报, 17(4): 7—20。
- [4] 郑万钧、傅立国, 1978: 中国植物志(第七卷), 科学出版社。
- [5] 胡玉熹, 1983: 中国特有裸子植物的解剖, I, 穗花杉 (*Amentotaxus argotaenia* (Hance) Pilger), 植物学集刊, (1): 133—140。
- [6] 姚璧君、胡玉熹, 1982: 松柏类植物叶子的比较解剖观察, 植物分类学报, 20(3): 275—294。

- [7] 桂耀林、胡玉熹, 1974: 红豆杉属叶子的表皮特征与分类的关系, 植物分类学报, **12**(3): 329—333。
- [8] 唐耀, 1936: 中国木材学, 商务印书馆。
- [9] Baas, P., 1970: Anatomical contributions to plant anatomy I, Floral and vegetative anatomy of *Eliaea* from Madagascar and *Cratoxylum* from Indo-Malesia (Guttiferae). *Blumea* **18**: 369—391.
- [10] Dallimore, W. and A. B. Jackson, 1966: A handbook of Coniferae and Ginkgoaceae. Revised by S. G. Harrison. Loneon. Edward Arnold.
- [11] Endlicher, S. L., 1842: Genera plantarum Supplementum. **2**, 27.
- [12] Erdtman, G., 1965: Poller and spore Morphology plant taxonomy: Gymnospermae. Bryophyte. Stockholm, Almqvist and Wiksell.
- [13] Florin, R., 1931: Untersuchungen zur Stammesgeschichte der Coniferales und Cordaitales. Kungl. Svenska Vetenskaps-Kademiens, *Handlingar*. **B. 10**, no. 1.
- [14] Florin, R., 1958: On Jurassic Taxads and Conifers from North-Western Europe and Eastern Greenland. *Acta Hortibergiani. Band 17*(10): 259—388.
- [15] Greguss, P., 1955: Identification of living gymnosperms on the basis of xylotomy. Bndapsst, Akademiai Kiade
- [16] Griffith, M. M., 1971: Transfusion tissue in leaves of *Cephalotaxus*. *Phytomor.* **21**: 86—92.
- [17] Hanover, J. W. and D. A. Reicosky, 1971: Surface wax deposits on foliage of *Picea pungens* and other conifers. *Amer. J. Bot.*, **58**(7): 681—687.
- [18] Hu Shi-ying (胡秀英), 1964: Notes on the flora of China IV. *Taiwania*, (10): 13—62.
- [19] Hu Yu-shi and Yao Bi-jun (胡玉熹和姚璧君) 1981: Transfusion tissue in gymnosperm leaves. *Bot. J. Linn. Soc.* **83**(3): 263—272.
- [20] Kausik, S. B. and S. S. Bhattacharya, 1977: Comparative foliar anatomy of selected gymnosperms: leaf structure in relation to leaf form in Coniferales and Taxales. *Phytomor.* **27**(2): 146—160.
- [21] Keng, H. (耿焯), 1969: Aspects of morphology of *Amentotaxus formosana* with a note on the taxonomic position of the genus. *Jour. Arnold Arb.* **50**: 432—448.
- [22] Metcalfe, C. R. and L. Chalk, 1979: Anatomy of the Dicotyledons (second edition), Clarendon press. Oxford.
- [23] Napp-zinn, K., 1966: Anatomie des Blattes. I. Gymnospermen. Berlin: Borntraeger.
- [24] Phillips, E. W. J., 1941: The identification of Coniferous woods by their microscopic structure. *J. Linn. Soc. London. (Bot.)* **52**(343): 259—320.
- [25] Rao, A. R. and Manjn Malaviya, 1964: The peculiar sclereids of *Cephalotaxus drupacea*. *Proc. Indian Acad. Sci. Section B.* **59**(4): 228—236.
- [26] Rao, T. A., 1965: Studies on foliar sclereids in Gymnosperms. (A Preliminary Survey). *Proceedings of the Indian Academy of Sciences*, **B61**(4): 196—203.
- [27] Rao, T. A., 1980: Aspects and prospects of foliar sclereids in Angiosperms. in "Nagaraj, M. and Malik, C. P.: Current Trends in Botanical Research." p. 67—72.
- [28] Shobe, W. R. and N. R. Jersten, 1967: A technique for clearing and staining Gymnosperm leaves. *Bot. Gaz.* **128**(2): 150—152.
- [29] Singh, H., 1961: Seasonal variations in the shoot apex of *Cephalotaxus drupacea* Sieb et Zucc. *Phytomor.* **11**: 146—153.
- [30] Singh, H., 1961: The life history and systematic position of *Cephalotaxus drupacea* Sieb. et Zucc. *Phytomor.* **11**: 153—197.
- [31] Stockey, R. A. and T. N. Taylor, 1978: Scanning electron microscopy of epidermal patterns and cuticular structure in genus *Araucaria*. *Scanning Electron Microscopy*, **2**: 223—228.

COMPARATIVE ANATOMY OF THE LEAVES OF CEPHALOTAXUS (CEPHALOTAXACEAE)

HU YU-SHI

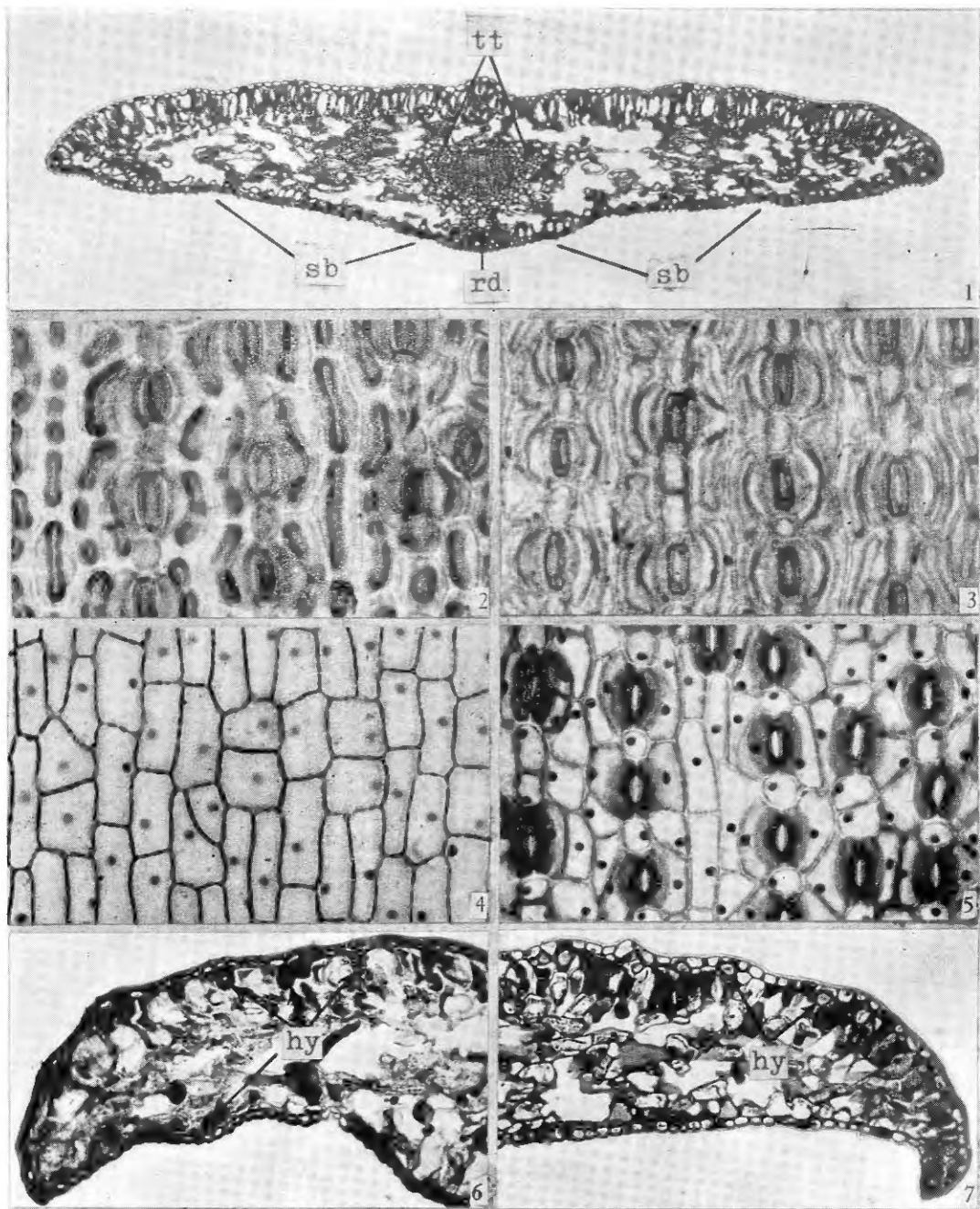
(Institute of Botany, Academia Sinica, Beijing)

Abstract The internal structure and cuticular characters of the leaves of *Cephalotaxus* were investigated under light microscope and scanning electron microscope. The materials used belong to 9 species, 2 varieties and 1 cultivar.

The leaf characters of *C. oliveri* Mast. are as follows: stomata are amphicyclic and occasionally monocyclic; the stomatal frequency is $120.6/\text{mm}^2$; the hypodermis is present; there are a large number of filiform sclereids and a few brachysclereids and astrosclereids in the mesophyll; the cuticular projections on the lower surfaces are indistinct. This species differs from all the other species of *Cephalotaxus*, in which stomata are amphicyclic only; the stomatal frequency is $47.3\text{--}88.1/\text{mm}^2$; hypodermis is absent except in *C. harringtonia* and *C. harringtonia* cv. 'Fastigiata'; foliar astrosclereids, brachysclereids and fibriform sclereids may be present or entirely absent; there are distinct cuticular projections on the lower surface. Based upon the above-mentioned features, the gross morphology as well as the alkaloids. *Cephalotaxus* may be divided into two sections, namely: Sect. *Cephalotaxus* and Sect. *Pectinatae*.

In addition, also discussed are following problems: the classification of some species in Sect. *Cephalotaxus*; the suggested subdivision of Sect. *Cephalotaxus* into 4 series, and the systematic position of *Cephalotaxaceae*.

Key words *Cephalotaxus*; leaf anatomy; sclereid; cuticular projection; phylogeny



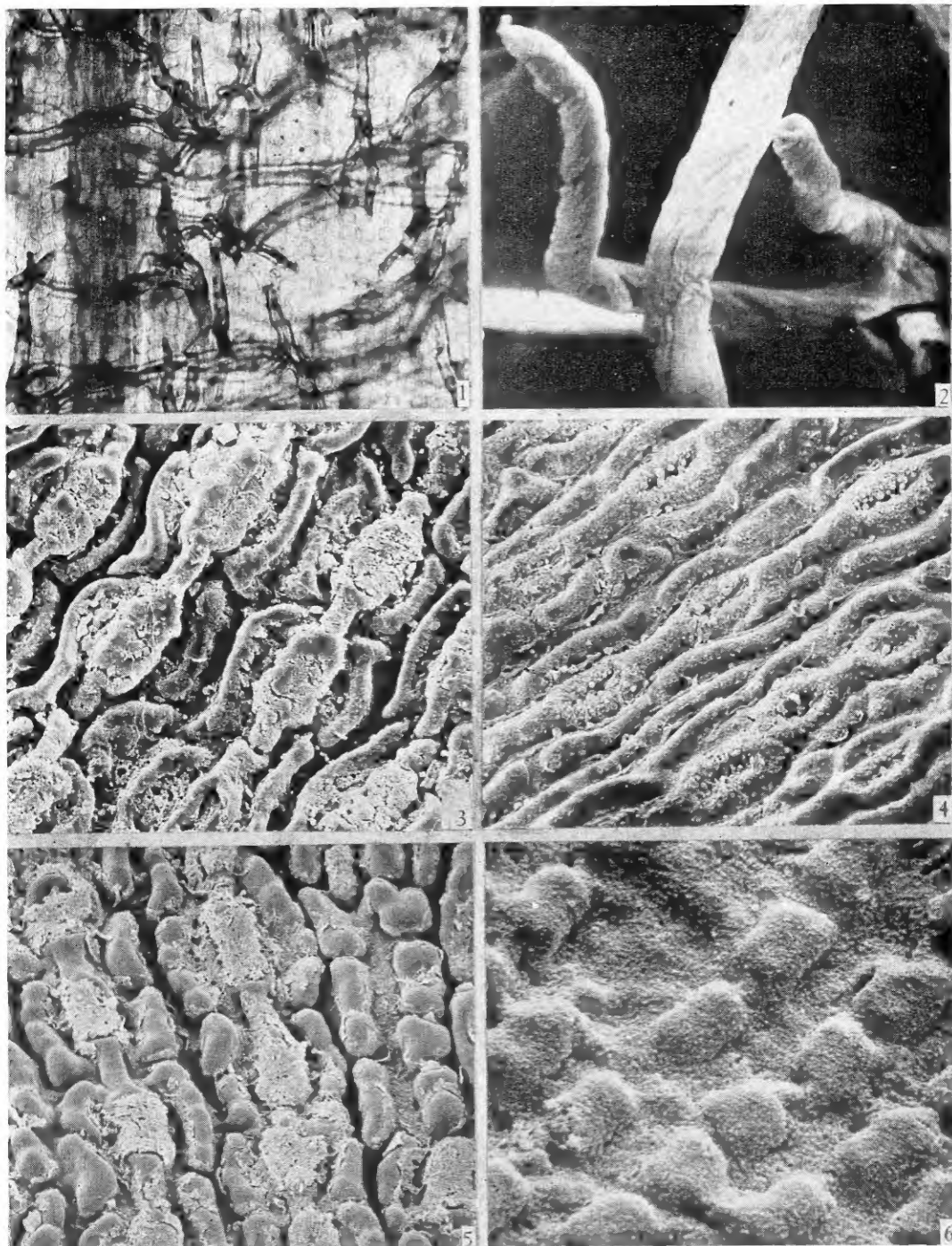
1. 粗榧叶片横切面 (rd. 树脂道, sb. 气孔带, tt. 转输组织) ($\times 35$); 2. 三尖杉叶下表面, 示气孔 ($\times 200$); 3. 粗榧叶下表面, 示气孔 ($\times 200$); 4. 篦子三尖杉叶上表面, 示表皮细胞 ($\times 200$); 5. 篦子三尖杉叶下表面, 示气孔 ($\times 200$); 6. 日本粗榧叶片横切面的一部分 (hy. 皮下层) ($\times 80$); 7. 篦子三尖杉叶片横切面的一部分 (hy. 皮下层) ($\times 80$)。

1. Transsection of the leaf lamina of *Cephalotaxus sinensis* (rd. resin duct, sb. stomatal band, tt. transfusion tissue) ($\times 35$); 2. The lower leaf surface of *C. fortunei*, showing stomata ($\times 200$); 3. The lower surface of *C. sinensis*, showing stomata ($\times 200$); 4. The upper surface of *C. oliveri*, showing epidermal cells ($\times 200$); 5. The lower surface of *C. oliveri*, showing stomata ($\times 200$); 6. Portion of transsection of the leaf lamina of *C. harringtonia* (hy. hypodermis) ($\times 80$); 7. Portion of transsection of the leaf lamina of *C. oliveri* (hy. hypodermis) ($\times 80$).



1—3. 整体透明叶片的一部分, 示石细胞的类型与分布: 1. 三尖杉 ($\times 45$); 2. 日本粗榧 ($\times 45$);
3. 篦子三尖杉 ($\times 45$)。

1—3. Portions of cleared leaves, showing distribution and type of sclereids: 1. *C. fortunei* ($\times 45$); 2. *C. harringtonia* ($\times 45$); 3. *C. oliveri* ($\times 45$).



1. 篦子三尖杉透明叶片的一部分, 示皮下层($\times 80$); 2. 在扫描电镜下, 篦子三尖杉叶肉中丝状石细胞的一部分($\times 1400$); 3—6. 扫描电镜下, 叶片下表面气孔带区的结构特征: 3. 海南粗榧($\times 1000$); 4. 日本粗榧($\times 1000$); 5. 贡山三尖杉($\times 1000$); 6. 篦子三尖杉($\times 620$)。

1. Portion of cleared leaf of *C. oliveri*, showing hypodermis ($\times 80$); 2. Scanning electron micrograph of a portion of filiform sclereid of *C. oliveri* ($\times 1400$); 3—6. Under SEM structure characters of stomatal band in the leaf lower surface: 3. *C. hainanensis* ($\times 1000$); 4. *C. harringtonia* ($\times 1000$); 5. *C. lanceolata* ($\times 1000$); 6. *C. oliveri* ($\times 620$).